

ANÁLISIS DEL PROTOCOLO DE CENEPRED PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS ORIGINADA POR FENÓMENOS NATURALES (REMOCIÓN EN MASA) EN LAS TAREAS DE EVALUACIÓN, PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES EN EL PAÍS

Juan Carlos Gómez Avalos

IGP calle Badajoz 169. Urb. Mayorazgo IV Etapa, ATE, Perú, juan.gomez@igp.gob.pe

INTRODUCCIÓN

La Gestión del riesgo de desastres (GDRD) en el Perú viene desarrollándose desde hace 44 años con la creación del Sistema Nacional de Defensa Civil, cuyo ente rector fue el INDECI, entidad que se encargaba de realizar todo el proceso de estimación, prevención, atención, rehabilitación y reubicación que involucra la GDRD.

A partir del año 2011 se crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), cuyo ente rector el CENEPRED viene desarrollando esfuerzos hasta la actualidad publicando manuales para la evaluación de los diferentes parámetros que conforman el sistema de gestión de riesgos de desastres.

Dentro de este contexto, ha sido publicado el Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales en Octubre 2013, cuya aplicación es obligatoria para todas las entidades integrantes del SINAGERD.

El protocolo actual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales a comparación del utilizado por el SINADECI anterior al año 2011 es más cuantitativo, pero falta puntualizar mejor los parámetros y los pesos asignados para la evaluación del fenómeno que permita un análisis de la peligrosidad más cercano a la realidad.

CENEPRED remarca bien en que los niveles de riesgos no solo dependen de los fenómenos de origen natural, sino de los niveles de vulnerabilidad de los centros urbanos e infraestructura física existente.

Por lo que en el presente documento se analiza críticamente el procedimiento (protocolo) aprobado por el CENEPRED para el caso de eventos de remoción en masa.

OBJETIVO

Analizar la metodología publicada en el manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales, en particular los procesos de remoción en masa (deslizamiento de tierras) en base a la experiencia de estudios anteriores y su aplicación en trabajos actuales.

PROTOCOLO DE EVALUACIÓN

La Subdirección de Normas y Lineamientos de la Dirección de Gestión de Procesos del CENEPRED se encargó de elaborar el protocolo de evaluación de los riesgos originados por fenómenos naturales, mediante una zonificación por diferentes grados de riesgos que servirán como un instrumento de gestión territorial para los gobiernos regionales y locales (CENEPRED, 2013).

En la figura 1, se muestra el procedimiento para la estimación de la peligrosidad.

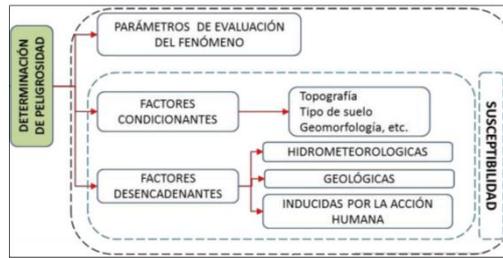


Figura 01: Diagrama de flujo para la estimación de la peligrosidad por fenómenos de origen natural (Fuente CENEPRED, 2013).

El protocolo en mención utiliza el método multi-criterio (proceso de análisis jerárquico) para la ponderación de los parámetros de evaluación del fenómeno de origen natural y de la vulnerabilidad, mostrando la importancia (peso) de cada parámetro en el cálculo del riesgo facilitando la estratificación de los niveles de riesgos. Este método, que tiene un soporte matemático, permite incorporar información cuantitativa (medidas de campo) y cualitativa (incluye instrumentos de gestión del riesgo, nivel de organización social, etc), para lo que se requiere de la participación de un equipo multidisciplinario. Debido a que el estudio científico de cada fenómeno es diferente, CENEPRED ha preparado manuales específicos por tipo de fenómenos de origen natural recurrentes en el país, para el caso del presente documento está referido a los procesos de remoción en masa (PRM).

- Parámetros de evaluación del fenómeno: Deslizamiento de tierras

Se tiene en cuenta la textura del suelo, la pendiente del terreno, la erosión y la velocidad del evento. Estos parámetros están subdivididos en descriptores que califican y cuantifican las características del evento, Cuadros 01, 02, 03 y 04 (lo remarcado en color rojo es a manera de ejemplo), donde los criterios del cuadro 1 debería ser geotécnico y no como lo analiza con términos como franco que no es usado normalmente, el cuadro 2 menciona a la pendiente que es parte de los factores condicionantes y el cuadro 4 menciona la velocidad de desplazamiento, que es difícil estimar para una evaluación de gestión de riesgo.

PARAMETRO	TEXTURA DEL SUELO	PESO PONDERADO: 0.548
DESCRIPTORES	TX1: Fina: suelos arcillosos (arcilloso arenoso, arcilloso limoso, arcilloso)	PTX1: 0.503
	TX2: Moderadamente fina: suelos francos (franco arcilloso, franco limoso arcilloso y/o franco limoso arcilloso)	PTX2: 0.260
	TX3: Mediana: suelos francos (franco, franco limoso y/o limoso)	PTX3: 0.134
	TX4: Moderadamente gruesa: suelos francos (franco arenoso)	PTX4: 0.068
	TX5: Gruesa: suelos arenosos: arenosos, franco arenoso	PTX5: 0.035

Cuadro 01: Textura del suelo

PARAMETRO	PENDIENTE	PESO PONDERADO: 0.306
DESCRIPTORES	PN1: 30° a 45°	PPN1: 0.503
	PN2: 25° a 45°	PPN2: 0.260
	PN3: 20° a 30°	PPN3: 0.134
	PN4: 10° a 20°	PPN4: 0.068
	PN5: Menor a 5°	PPN5: 0.035

Cuadro 02: Pendiente del terreno

PARAMETRO	EROSION	PESO PONDERADO: 0.101
DESCRIPTORES	E1: Zonas muy inestables, laderas con zonas de falla, masas de rocas intensamente meteorizadas y/o alteradas; saturadas y muy fracturadas y depósitos superficiales; incoherencias y zonas con intensa erosión (derrivas)	PE1: 0.503
	E2: Zonas inestables, masas rocosas con meteorización y/o alteración intensa a moderada, muy fracturadas; depósitos superficiales incoherentes, materiales parcialmente a muy saturados, zonas de intensa erosión.	PE2: 0.260
	E3: Zonas de estabilidad marginal, laderas con erosión intensa o materiales parcialmente saturados, moderadamente meteorizados	PE3: 0.134
	E4: Laderas con materiales poco fracturados, moderada a poca meteorización, parcialmente erosionadas, no saturados.	PE4: 0.068
	E5: Laderas con sustrato rocoso no meteorizado. Se pueden presentar inestabilidades en las laderas adyacentes a los ríos y quebradas, por socavamientos y erosión.	PE5: 0.035

Cuadro 03: Erosión

PARAMETRO	VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO	PESO PONDERADO: 0.045
DESCRIPTORES	VD1: Extremadamente rápido (v = 5 m/h)	PVD1: 0.503
	VD2: Muy rápido (v = 0.05 m/s)	PVD2: 0.260
	VD3: Rápido (v = 0.0033 m/s)	PVD3: 0.134
	VD4: Moderada (v = 3.0093x10 ⁻⁴ m/s)	PVD4: 0.068
	VD5: Lenta a extremadamente lenta (v = 5.144x10 ⁻⁸ m/año a 5.144x10 ⁻¹⁰ m/año)	PVD5: 0.035

Cuadro 04: Velocidad de desplazamiento

- Parámetros y descriptores ponderados para la caracterización de los factores condicionantes

Son 04 los factores condicionantes de deslizamientos, estos son: relieve, tipo de suelo, cobertura vegetal, uso actual de suelos. Los valores numéricos o pesos se muestran en los Cuadros 05, 06, 07 y 08. Esta caracterización debería incluir como factor principal la litología y la calidad del material rocoso. Es discutible el cuadro 08 puesto que tiene una influencia antrópica.

- Parámetros y descriptores ponderados para la caracterización de los factores desencadenantes

Se evalúan 03 factores: hidro meteorológicos, geológicos e inducido por acción humana. Los valores numéricos o pesos se muestran en los Cuadros 09, 10 y 11, según lo descrito en los ítems anteriores, se indica los descriptores a los que se ajusta la zona de estudio, así como los respectivos valores o pesos. Los descriptores del cuadro 10 es discutible su aplicación tal como está estructurado, igualmente parte del cuadro 11.

PARAMETRO		RELIEVE		PESO PONDERADO: 0.145	
DESCRIPTORES	Y1	Abrupto y escarpado, rocoso; cubierto en grandes sectores por nieve y glaciares.	PY1	0.503	
	Y2	El relieve de esta region es diverso conformado en su mayor parte por mesetas andinas y abundantes lagunas, alimentadas con los deshielos, en cuya amplitud se localizan numerosos lagos y lagunas.	PY2	0.260	
	Y3	Relieve rocoso, escarpado y empinado. El ambito geografico se identifica sobre ambos flancos andinos.	PY3	0.134	
	Y4	Relieve muy accidentado con valles estrechos y quebradas profundas, numerosas estribaciones andinas. Zona de huaycos. Generalmente montañoso y complejo.	PY4	0.068	
	Y5	Generalmente plano y ondulado, con partes montañosas en la parte sur. Presenta pampas, dunas, tablazos, valles; zona eminentemente arida y desértica.	PY5	0.035	

Cuadro 05: Relieve del terreno

PARAMETRO		TIPO DE SUELO		PESO PONDERADO: 0.515	
DESCRIPTORES	Y6	Rellenos sanitarios	PY6	0.503	
	Y7	Arena Eolica y/o limo (con agua)	PY7	0.260	
	Y8	Arena Eolica y/o limo (sin agua)	PY8	0.134	
	Y9	Suelos granulares finos y suelos arcillosos sobre grava aluvial o coluvial	PY9	0.068	
	Y10	Afloramientos rocosos y estratos de grava	PY10	0.035	

Cuadro 06: Tipo de suelo

PARAMETRO		COBERTURA VEGETAL		PESO PONDERADO: 0.058	
DESCRIPTORES	Y11	70 - 100 %	PY11	0.503	
	Y12	40 - 70 %	PY12	0.260	
	Y13	20 - 40 %	PY13	0.134	
	Y14	5 - 20 %	PY14	0.068	
	Y15	0 - 5 %	PY15	0.035	

Cuadro 07: Cobertura vegetal

PARAMETRO		USO ACTUAL DE SUELOS		PESO PONDERADO: 0.282	
DESCRIPTORES	Y16	Areas urbanas, intercomunicadas mediante sistemas de redes que sirve para su normal funcionamiento	PY16	0.503	
	Y17	Terrenos cultivados permanentes como frutales, cultivos diversos como productos alimenticios, industriales, de exportacion, etc. Zonas cultivables que se encuentran en descaños como los barbechos que se encuentran improductivos por periodos de yeterminados.	PY17	0.260	
	Y18	Plantaciones forestales, establecimientos de arboles que conforman una masa boscosa, para cumplir objetivos como plantaciones productivas, fuente energetica, proteccion de espejos de agua, correccion de problemas de erosion, etc.	PY18	0.134	
	Y19	Pastos naturales, extensiones muy amplias que cubren laderas de los cerros, areas utilizables para cierto tipo de ganado, su vigorosidad es dependiente del periodo del año y asociada a la presencia de lluvias.	PY19	0.068	
	Y20	Sin uso / improductivos, no pueden ser aprovechadas para ningun tipo de actividad.	PY20	0.035	

Cuadro 08: Uso actual de suelos

PARAMETRO		HIDROMETEOROLOGICOS		PESO PONDERADO: 0.446	
DESCRIPTORES	SH1	Lluvias	PSH1	0.503	
	SH2	Temperatura	PSH2	0.260	
	SH3	Viento	PSH3	0.134	
	SH4	Humedad del aire	PSH4	0.068	
	SH5	Brillo solar	PSH5	0.035	

Cuadro 09: Factor hidrometeorológico

PARAMETRO		GEOLOGICO		PESO PONDERADO: 0.260	
DESCRIPTORES	SG1	Culción de placas tectonicas	PSG1	0.503	
	SG2	Zonas de actividad volcanica	PSG2	0.260	
	SG3	Fallas geologicas	PSG3	0.134	
	SG4	Movimientos en masas	PSG4	0.068	
	SG5	Desprendimiento de grandes bloques (rocas, hielo, etc.)	PSG5	0.035	

Cuadro 10: Factor geológico

PARAMETRO		INDUCIDO POR EL SER HUMANO		PESO PONDERADO: 0.633	
DESCRIPTORES	SI1	Actividades economicas	PSI1	0.503	
	SI2	Sobre explotacion de recursos naturales	PSI2	0.260	
	SI3	Infraestructura	PSI3	0.134	
	SI4	Asentamientos humanos	PSI4	0.068	
	SI5	Crecimiento demografico	PSI5	0.035	

Cuadro 11: Inducido por la acción humana

$$\sum_{i=1}^n \text{ Fenomeno}_i \times \text{Descriptor}_i = \text{Valor}$$

FENÓMENO: Deslizamiento de tierra									
Textura del suelo		Pendiente		Erosión		Veloc. desplazamiento		Valor	
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor
0.548	0.503	0.306	0.503	0.101	0.26	0.045	0.134	0.477	

Cuadro 12: Parámetros de evaluación del fenómeno deslizamiento de tierra

La susceptibilidad se obtiene al sumar los valores de los factores condicionantes y desencadenantes (los pesos ponderados para ambos es de 0.5), Cuadros 13 y 14.

El valor de la susceptibilidad de un área, se muestra en el Cuadro 15 y los rangos del peligro en el cuadro 16.

FACTORES CONDICIONANTES								
Relieve		Tipo de suelo		Cob. Vegetal		Uso de suelos		Valor
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.145	0.134	0.515	0.068	0.058	0.068	0.282	0.26	0.132

Cuadro 13: Parámetros fact. condicionantes

FACTORES DESENCADENANTES						
Hidrometeorológico		Geológico		Inducidos por el Hombre		Valor
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.106	0.503	0.26	0.068	0.633	0.068	0.114

Cuadro 14: Parámetros fact. desencadenantes

Fact. Condicionante.Peso + Fact.Desencadenate.Peso = Valor

SUSCEPTIBILIDAD				
FACT. CONDICIONANTE		FACT. DESENCADENANTE		Valor
Valor	Peso	Valor	Peso	
0.132	0.5	0.114	0.5	0.123

Cuadro 15: Estimación de la susceptibilidad



Cuadro 16: La estratificación del peligro se divide en cuatro niveles: bajo, medio, alto y muy alto.

DISCUSIÓN

El protocolo de evaluación de CENEPRED correlaciona parcialmente con las metodologías propuestas por Ayala-Carcedo (2002) e Irigaray (2002), pero ha realizado algunas variaciones que le restan una mejor caracterización de la peligrosidad del tipo de evento estudiado.

Debido a esto, se propone un análisis que permita identificar la contribución específica de cada uno de los factores identificados en los procesos de remoción en masa (Hernández, 2008). Este procedimiento corresponde a un análisis discriminante en el que el objetivo principal es predecir la susceptibilidad a PRM relativa a los factores característicos de la zona. De igual forma, el problema se plantea explotando el registro histórico de procesos ya ocurridos y la observación de variables cuantitativas con potencial influyente como lo son: **pendiente, exposición, geometría, longitud de flujos, geología e índice de calidad de roca**. La variable dependiente corresponde a la aparición del fenómeno y las independientes a los factores probables que los desencadenan. De esta forma el propósito del análisis es identificar la estabilidad o inestabilidad de las laderas de la zona de estudio mediante los factores actuantes identificados, discriminando a cada uno de estos al grado de poder observar su peso específico y la contribución al desencadenamiento del fenómeno.

CONCLUSIONES

- El manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales publicado por CENEPRED en el año 2013, es un avance en los estudios de gestión de riesgos de desastres, pues involucra una metodología cuantitativa que permite caracterizar la peligrosidad y vulnerabilidad con una mayor aproximación a la realidad.
- Sin embargo, el protocolo de evaluación en mención, en particular, el aplicado para procesos de remoción en masa (deslizamientos de tierras) debe mejorarse pues algunos parámetros y descriptores no se ajustan a la realidad de los estudios que se realizan en nuestro país. Se propone mejorar la metodología utilizando otros parámetros que permitan una mejor cuantificación de la peligrosidad del fenómeno como son: exposición, geología (litología), longitud de flujos y calidad de roca.

REFERENCIAS

1. Ayala-Carcedo, F. (2002). Una reflexión sobre los mapas de susceptibilidad a los movimientos de ladera, su naturaleza, funciones, problemática y límites. En: F.J. Ayala y J. Corominas (eds.). Mapas de susceptibilidad a los movimientos de ladera con técnicas SIG. Fundamentos y aplicaciones en España. Instituto Geológico y Minero de España, 7-20 p.
2. Hernández, Z. (2008). Mapa de susceptibilidad a procesos de remoción en masa con base al análisis multivariado: Región de Zapotitlán de Méndez, Puebla, México. Tesis Maestro en Ciencias Universidad Autónoma de México, 146 p.
3. Irigaray, C (2002). Métodos de análisis de la susceptibilidad a los movimientos de ladera mediante S.I.G. En: F.J. Ayala y J. Corominas (eds.). Mapas de susceptibilidad a los movimientos de ladera con técnicas SIG. Fundamentos y aplicaciones en España. Instituto Geológico y Minero de España, 21-36 p.